

高等学校适用教材

雷玉堂 主编

《光电检测技术》习题与实验

Guangdian Jiance Jishu Xiti yu Shiyan



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

高等学校适用教材

《光电检测技术》 习题与实验

雷玉堂 主编

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

《光电检测技术》习题与实验/雷玉堂主编. —北京:中国计量出版社, 2009.5
高等学校适用教材

ISBN 978-7-5026-2978-6

I. 光… II. 雷… III. 光电检测—高等学校—教学参考资料 IV. TN206

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 041636 号

内 容 提 要

本书为《光电检测技术》第 2 版 (中国计量出版社, 2009 年) 的配套教材, 共分两大部分。第一部分为习题, 第二部分为实验。第一部分有 13 章, 第 1~11 章为与《光电检测技术》教材第 1~11 章内容配套的试题; 第 12 章为考试试题; 第 13 章为部分习题解答。第二部分共有 30 个配套实验。

本教材可供光电技术、光电测试技术、光电信息技术、光电子技术、光电器件、光电信息处理、光纤通信及传感技术等有关光电课程配套使用与参考, 也可供光电与非光电专业人员报考光电类研究生参考使用。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市密东印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm×1092 mm 16 开本 印张 19.25 字数 466 千字

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价: 36.00 元

前 言

21 世纪, 高等院校人才的培养目标及计划实施, 必须面对现代高科技的发展和知识经济大潮。先进的理论与实践的基础知识, 尤其创新精神是高等院校人才必须具备的。作为信息科学技术的一个分支, 光电检测技术是一门实用性很强的技术, 为了使学生真正理解和掌握这一现代科学技术, 培养学生科学实验素质及创新精神, 根据作者几十年的光电教学和科研的积累, 并参考有关书籍资料, 编写了《光电检测技术》第 2 版(中国计量出版社, 2009) 配套教材《光电检测技术》习题与实验。这是一本实用性很强的专业基础课程教材。

本教材共分 2 篇: 第一篇为光电检测技术习题试题集, 这一部分有 13 章: 第 1~11 章是对应于《光电检测技术》教材的第 1~11 章内容的选择题、问答题、计算题等共 1641 题。习题的内容, 全部是根据《光电检测技术》一书各章节中的内容编制的。因此, 只要认真而仔细地阅读了《光电检测技术》, 都可以找到选择题与问答题的答案; 计算题也都是根据各章节中的公式编制的, 其目的是为了加深理解、巩固所学的知识, 并掌握各基本参量单位之间的变换关系, 达到能灵活运用所学知识解决问题, 培养科学严谨的工作态度, 以及独立思考与独立工作的能力。第 12 章则为考试试题, 虽《光电检测技术》主要是本科生教材, 但很多学校也列入研究生学习与考试书目, 因此这里除本科生期末考试题外, 还列举了硕士生入学考试题与博士生入学考试题实例, 供各校各专业参考。本科生期末考试题分三部分: 选择题 10 题 20 分; 问答题 7 题 35 分; 计算题 5 题 45 分。硕士生入学考试题与博士生入学考试题也与本科生考试题同样分配, 只不过其知识广度、深度、难度与灵活性高一些而已。第 13 章为部分习题答案与 6 个方面的典型解题示例。由于本科生各专业需着重掌握的重点的基本知识均在前 7 章, 因而主要在前 7 章给出了部分习题答案, 而综合应用的计算题主要在第 7 章, 所以解题示例也多是这一章的题。

第二篇为光电检测技术实验, 内容分 7 个部分: 实验须知; 光电检测器件特性参数测试; 光电成像检测器件驱动、特性及应用; 发光与耦合器件特性测试; 光电信号检测电路、数据采集与微机接口; 光电信号变换与检测技术及方法; 光电检测技术的综合应用等共 30 个实验。实验内容全部反映了《光电检测



技术》需掌握的基本技术问题，并注意了由浅入深的次序。每个项目明确了实验目的与内容，提出了实验报告的要求，并附有思考题。因此，可帮助加深对《光电检测技术》教材内容的理解与消化，并提高学生的实际动手能力和创新能力。

本教材亦可供光电技术、光电测试技术、光电信息技术、光电子技术、光电器件、光电信息处理、光纤通信及传感技术等有关光电课程配套使用与参考，也可供光电与非光电专业人员报考光电类研究生时参考。

本教材的编写，除利用作者几十年的教学积累外，还特别参阅了一些优秀教材与著作，并根据教材体系的安排与需要，有些实验或习题还采用了其中的部分内容，这些都在书末以参考文献形式给出，在此特向这些作者表示感谢！

本教材的编写，要感谢武汉乐通光电有限公司总经理罗辉及其高新技术研究所的工程师们的支持，感谢杨三东硕士、李瑜（在读硕士）等打字绘图的帮助！还要特别感谢中国计量出版社领导的支持，以及王红编辑等的辛勤工作！

因编者水平有限，加之时间紧促，本书定有不足与错漏之处，敬请读者批评指正。

编者

2009年2月

目 录

第一篇 光电检测技术习题试题

第 1 章 光电检测技术概论	(1)
1.1 选择题	(1)
1.2 问答题	(3)
第 2 章 光电检测技术基础	(4)
2.1 选择题	(4)
2.2 问答题	(7)
2.3 计算题	(9)
第 3 章 光电检测器件	(11)
3.1 选择题	(11)
3.2 问答题	(15)
3.3 计算题	(19)
第 4 章 热电检测器件	(23)
4.1 选择题	(23)
4.2 问答题	(27)
4.3 计算题	(29)
第 5 章 光电成像检测器件	(30)
5.1 选择题	(30)
5.2 问答题	(35)
5.3 计算题	(38)
第 6 章 发光与耦合器件	(40)
6.1 选择题	(40)
6.2 问答题	(46)
6.3 计算题	(48)
第 7 章 光电信号检测电路设计	(50)
7.1 选择题	(50)
7.2 问答题	(56)
7.3 计算题	(58)
第 8 章 光电信号的数据采集与计算机接口	(65)
8.1 选择题	(65)
8.2 问答题	(68)



8.3	计算题	(69)
第9章	光电信号的变换和检测技术	(70)
9.1	选择题	(70)
9.2	问答题	(74)
9.3	计算题	(75)
第10章	光电信号的变换形式与检测方法	(77)
10.1	选择题	(77)
10.2	问答题	(80)
10.3	计算题	(82)
第11章	光电检测技术的典型应用	(85)
11.1	选择题	(85)
11.2	问答题	(90)
11.3	计算题	(92)
第12章	光电检测技术试题	(94)
12.1	本科生试题	(94)
12.2	硕士研究生入学试题	(96)
12.3	博士研究生入学试题	(98)
第13章	部分习题解答与题解示例	(101)
13.1	部分习题解答	(101)
13.2	计算题解答题示例	(103)

第二篇 光电检测技术实验

第1部分	光电检测技术实验须知	(107)
1.1	实验的目的和意义	(107)
1.2	实验的操作规程及注意事项	(107)
1.3	实验报告的写法	(109)
1.4	实验项目	(109)
第2部分	光电检测器件的特性参数测试	(110)
实验1	光电发射效应检测器件——光电倍增管特性测试	(110)
实验2	光电导效应检测器件——光敏电阻的特性测试	(113)
实验3	光伏效应检测器件——光电池, 光敏二、三极管特性测试	(116)
实验4	PIN与APD光电二极管特性测试	(121)
实验5	光电探测器件频率特性与时间特性的测试	(130)
实验6	光电探测器件光谱响应特性测试	(136)
实验7	光电探测器件噪声测试及频谱分析	(140)
第3部分	光电成像检测器件的驱动、特性及应用	(144)
实验8	线阵CCD的原理及驱动	(144)
实验9	线阵CCD的基本特性测试	(151)



实验 10	面阵 CCD 的原理及驱动	(155)
实验 11	光电成像器件的应用——十字标尺摄像机及应用	(161)
第 4 部分	发光与耦合器件的特性测试	(165)
实验 12	发光二极管的特性测试	(165)
实验 13	半导体激光器的特性测试	(168)
实验 14	光电耦合器件的特性测试	(176)
第 5 部分	光电信号检测电路、数据采集与计算机接口	(181)
实验 15	光电信号检测电路的测试	(181)
实验 16	低噪声前置放大器的装调与测试	(189)
实验 17	线阵 CCD 输出信号的二值化处理	(194)
实验 18	线阵 CCD 的 A/D 数据采集	(201)
实验 19	面阵 CCD 的数据采集与微机接口	(206)
第 6 部分	光电信号变换与检测的技术方法	(211)
实验 20	光电信息的调制和解调	(211)
实验 21	电光调制器的特性测试及应用	(217)
实验 22	单频光相干的条纹接收与检测	(225)
实验 23	双频光相干的光外差检测	(229)
实验 24	增量式与绝对式光电编码器及应用检测	(238)
第 7 部分	光电检测技术的综合应用	(248)
实验 25	视频图像尺寸测量	(248)
实验 26	光纤端面处理、连接、耦合与焊接技术	(256)
实验 27	Y 形光纤传感器及应用检测	(268)
实验 28	弱光信号检测—锁相放大器的原理及使用	(274)
实验 29	激光多普勒测速	(281)
实验 30	光电红外报警系统的制作	(287)
附录	TCD2252D 手册	(294)
参考文献	(299)

第一篇 光电检测技术习题试题

第 1 章 光电检测技术概论

1.1 选择题（在你认为对的选项序号上打√，有几个对，就打几个）

1. 一个高灵敏度、高分辨率和极为复杂而精巧的光传感器是（1）人眼；（2）光电倍增管；（3）半导体光敏器件；
在大脑传送信息的 300 万条神经纤维中，视神经纤维占了（1）2/3；（2）1/2；（3）1/3。
2. 人体内，视神经细胞接收器的数目是（1） 3×10^8 ；（2） 2×10^8 ；（3） 2×10^4 ；（4） 3×10^4 ；
人体内，听觉接收细胞的接收器的数目是（1） 3×10^8 ；（2） 2×10^8 ；（3） 2×10^4 ；（4） 3×10^4 。
3. 明视觉可以分辨物体的（1）细节和颜色；（2）亮暗；（3）层次；
暗视觉可以分辨物体的（1）细节和颜色；（2）亮暗；（3）层次。
4. 在光亮情况下起作用的感光细胞是（1）锥状细胞；（2）杆状细胞；
在暗视场条件下起作用的感光细胞是（1）锥状细胞；（2）杆状细胞。
5. 在白昼时，人眼瞳孔直径为（1）2mm；（2）3mm；（3）8mm；（4）7mm；
在弱光下，人眼瞳孔直径为（1）2mm；（2）3mm；（3）8mm；（4）7mm。
6. 人眼能接收极其微弱的光，即（1） $2 \times 10^{-17} \text{ W}$ ；（2） $3 \times 10^{-15} \text{ W}$ ；（3） $2 \times 10^{-16} \text{ W}$ ；
人眼能接收的强光是（1） $2 \times 10^{-5} \text{ W}$ ；（2） $3 \times 10^{-4} \text{ W}$ ；（3） $2 \times 10^{-3} \text{ W}$ 。
7. 视力为 1.0 的人，一般可以分辨的视角是（1） $1'$ （角度分）；（2） $1''$ ；（3） $0.1''$ ；
人眼通过光学仪器，可以分辨的视角是（1） $1'$ （角度分）；（2） $1''$ ；（3） $0.1''$ 。
8. 人眼感知灵敏度最高的颜色是（1）红色；（2）绿色；（3）蓝色；
人眼在感知大视场内景物时能否集中于小目标（1）能；（2）不能。
9. 波长在什么值处，即使波长相差不到 1nm，人眼仍能发现颜色的差别（1）480nm；（2）550nm；（3）600nm；（4）700nm。
10. 人眼对各种波长光的平均相对灵敏度是否是光谱光视效率（1）是；（2）不是；
人眼对各种波长光的平均相对灵敏度是否是视见函数（1）是；（2）不是。
11. 明视觉的视见函数的最大值在（1）550nm；（2）555nm；（3）560nm；
暗视觉的视见函数的最大值在（1）500nm；（2）507nm；（3）510nm。
12. 人的视觉暂留时间是（1）1/100s；（2）1/10s；（3）1s；
人眼的动态响应时间是（1）40ms；（2）50ms；（3）60ms。
13. 通过照相机或摄像机拍摄的东西属于视觉的（1）时间上扩展；（2）空间上扩展；



(3) 识别能力扩展。

通过望远镜看到的属于视觉的 (1) 时间上扩展; (2) 空间上扩展; (3) 识别能力扩展。

14. 通过放大镜或显微镜能看清的东西属于视觉的 (1) 时间上扩展; (2) 空间上扩展; (3) 识别能力扩展。

一般, 光学仪器的工作是否需要人的视觉参与 (1) 要; (2) 不要。

15. 在现代光学仪器中, 光电技术所起到的作用功能是 (1) “接口”的功能; (2) 附加功能; (3) 总线功能。

要构成一个自动化、智能化的光电系统是否需要光电技术 (1) 要; (2) 不要。

16. 激光技术是否属于光电技术的范畴 (1) 是; (2) 不是。

光纤技术是否属于光电技术的范畴 (1) 是; (2) 不是。

17. 光电技术能否将机械量转换为电量 (1) 能; (2) 不能。

光电技术能否将物理量转换为电量 (1) 能; (2) 不能。

18. 能检测光辐射的平均特性的光电器件是 (1) 光电检测器件; (2) 光电成像器件; (3) 光控制器件。

可检测出物体的亮度等级和空间分布的光电器件是 (1) 光电检测器件; (2) 光电成像器件; (3) 光控制器件。

19. 能代替人眼检测将光能转换为电能的光电器件是 (1) 光电检测器件; (2) 光电成像器件; (3) 光控制器件。

20. 用于显示数字、文字与图像的光电器件是 (1) 光电转换器件; (2) 电光转换器件; (3) 光控制器件。

用于信号传送和处理的光电器件是 (1) 光电转换器件; (2) 电光转换器件; (3) 光控制器件。

21. 能作人工视觉的器件有 (1) 电真空摄像器件; (2) 像增强器; (3) CCD; (4) CMOS成像器件。

22. 光电检测系统能否得到直接反映物质基本物理属性的信息 (1) 能; (2) 不能。

光电检测系统动作输入能量 (1) 很大; (2) 很小。

23. 一般, 光电检测系统的测量灵敏度 (1) 高; (2) 低。

一般, 光电检测系统的测量是 (1) 接触式; (2) 非接触式。

24. 光电检测系统能否对微细的空间形体进行非接触远距离测量 (1) 能; (2) 不能。

光电检测系统能否代替人眼和大脑的大部分功能 (1) 能; (2) 不能。

25. 光电检测的技术和方法有 (1) 高的可靠性和灵活性; (2) 可靠性高、方法灵活; (3) 方法灵活、可靠性一般。

26. 光电技术的发展比电子技术的发展 (1) 早; (2) 晚; (3) 差不多。

光电技术的发展主要是在 (1) 1950 年以后; (2) 1960 年以后; (3) 1970 年以后。

27. 使激光器的阈值电流达到了亚毫安的材料是 (1) 硅材料; (2) 量子阱超晶格材料; (3) 半导体超晶格材料。

用量子阱结构作成的垂直腔面发射激光器可使得在 1cm^2 的芯片上制作激光器达 (1) 1 万个; (2) 10 万个; (3) 100 万个; (4) 1000 万个。



28. 利用光子晶体能否实现无阈值激光振荡 (1) 能; (2) 不能。

光子晶体光纤产生的宽带超连续谱可获得超高分辨率的层析成像, 对生物组织层析成像纵向分辨率达 (1) $0.08\mu\text{m}$; (2) $1.3\mu\text{m}$; (3) $1.5\mu\text{m}$; (4) $2\mu\text{m}$ 。

29. 有机发光材料能否作显示与照明器件, 它作的显示器能否取代 LCD (1) 能; (2) 不能。

目前光纤通信已发展到 (1) 第 3 代; (2) 第 4 代; (3) 第 5 代; (4) 第 6 代。

30. 短脉冲光纤激光器的研制成功是 (1) 美国; (2) 日本; (3) 中国。

目前国际上第一台包含 3 个独立的光学微机械手的光镊系统的研制成功是 (1) 美国; (2) 日本; (3) 中国。

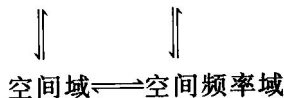
31. 目前, 激光的输出功率已超过 (1) 12PW; (2) 13PW; (3) 14PW; (4) 15PW。

目前, 最短的光脉冲已到 (1) 0.1fs ; (2) 0.2fs ; (3) 0.3fs ; (4) 0.5fs 。

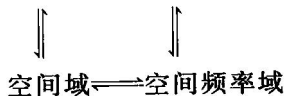
32. 目前, 信息传输速率与运算速率已达 (1) Gb/s; (2) Tb/s; (3) Gb/ms; (4) Tb/ms。

目前, 三维立体存储密度已达 (1) Gb/cm^3 ; (2) Tb/cm^3 ; (3) Gb/mm^3 ; (4) Tb/mm^3 。

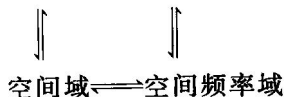
33. 电子技术研究的信息传送变换是 (1) 时间域 \rightleftharpoons 时间频率域; (2) 空间域 \rightleftharpoons 空间频率域; (3) 时间域 \rightleftharpoons 时间频率域



光学技术研究的信息传送变换是 (1) 时间域 \rightleftharpoons 时间频率域; (2) 空间域 \rightleftharpoons 空间频率域; (3) 时间域 \rightleftharpoons 时间频率域



34. 光电技术研究的信息传送变换是 (1) 时间域 \rightleftharpoons 时间频率域; (2) 空间域 \rightleftharpoons 空间频率域; (3) 时间域 \rightleftharpoons 时间频率域



35. 光电检测技术典型的应用领域是 (1) 宽频带大容量信息传输 (比电子技术方法的信息容量大 10^4 倍, 且不受外界环境的影响); (2) 高速处理平面测量和空间图像信息; (3) 三维计量; (4) 非接触加工和超精密加工。

1.2 问答题

1. 什么是视觉? 为什么说一个人的视觉最重要?
2. 试述人的视觉功能?
3. 什么是视见函数? 明视觉与暗视觉各有什么作用?
4. 为什么要有光学仪器? 光学仪器在哪些方面扩展了人的视觉?
5. 为什么说传统的光学仪器已不能满足现代化的需要? 光学仪器应朝什么方向发展?
6. 什么是光电技术与光电检测技术? 为什么说光电技术有着“接口”的功能?



7. 什么是光电产业？它的作用地位如何？
8. 什么是光电传感器？它有什么作用？
9. 用什么光电传感器检测物体的亮度等级和空间分布？为什么？
10. 用什么光电传感器能提高人的视觉能力？为什么？
11. 典型的光电检测系统由哪几部份组成？各有什么作用？
12. 试述光电检测系统的特点？
13. 为什么说光电技术的发展比电子技术的二极管发展还早？
14. 光电技术发展的第二高潮是在什么时候？为什么？
15. 世界各国光电技术的研发动向如何？我国光电技术的发展情况怎样？
16. 近年来光电技术与光电检测技术在光电材料与器件方面有什么进展？
17. 什么发光材料大有研发前途？为什么说用它作显示器将会取代LCD？
18. 在固体激光器中，光纤激光器的出现起了什么作用？我国在固体激光器的研究中有
什么新进展？
19. 什么是纳米技术？我国在这方面的研究有什么进展？
20. 光纤通信发展到了几代？有什么特色？
21. 什么是光子计算机？它的研发成功将会发生什么变革？
22. 目前，世界光电子产业的发展趋势是什么？未来光电产业发展的重要组成部分有
哪些？
23. 目前，光电技术达到的最大信息量，最大的功率与最高的能量密度，最短的光脉
冲、最小的微光机电系统，最安全的通信系统等的水平达多少？
24. 我国光电技术水平与国外先进水平相比有何差距？如何迎头赶上和超过？
25. 试述光电技术在军事上的应用？
26. 试述光电技术在生物医学方面的应用？
27. 试述光电技术在环境保护方面的应用？
28. 什么是太赫兹技术？试述其应用？
29. 光电检测技术的典型应用领域是哪些？

第2章 光电检测技术基础

2.1 选择题（在你认为对的选项序号上打√，有几个对，就打几个）

1. 光的直线传播概念能解释（1）光的干涉；（2）光偏振；（3）光衍射；（4）光折射。
光的波动理论能解释（1）光的干涉；（2）光偏振；（3）光衍射；（4）光折射。
2. 光的量子论能解释（1）光吸收；（2）光偏振；（3）光色散；（4）光散射。
麦克斯韦理论能解释（1）光吸收；（2）光偏振；（3）光色散；（4）光散射。
3. 光电效应证实了（1）光量子论；（2）光波动论。
光的发射和吸收证实了（1）光量子论；（2）光波动论。
4. 可见光的波长范围是（1）300~700nm；（2）350~780nm；（3）380~780nm。
红外光的波长范围是（1）700~1000nm；（2）780nm~1000 μ m；（3）780nm~1 μ m。
5. 紫外光的波长范围是（1）1~380nm；（2）200nm~400 μ m；（3）1~400nm。



- 本征硅的光谱响应范围是 (1) 300~1200nm; (2) 400~1300nm; (3) 400~1100nm。
6. 辐照度与辐射出射度的单位 (1) 相同; (2) 不相同。
 辐通量与光通量的单位 (1) 相同; (2) 不相同。
7. 照度与光源至被照面的距离 (1) 有关; (2) 无关。
 若光源与观察者眼睛间无光吸收, 亮度与二者间距离 (1) 有关; (2) 无关。
8. 人眼的明视觉最灵敏波长的光度参量对辐射度参量的转换常数值为 (1) 683lm/W;
 (2) 783lm/W; (3) 883lm/W。
 人眼的暗视觉最灵敏波长的光度参量对辐射度参量的转换常数值为 (1) 1625lm/W;
 (2) 1725lm/W; (3) 1825lm/W。
9. 色温越高的辐射体, 可见光的成分越 (1) 多; (2) 少。
 色温越高的辐射体, 光视效能越 (1) 高; (2) 低。
10. 色温越高的辐射体, 光度量越 (1) 高; (2) 低。
 白炽灯的供电电压降低时, 灯丝温度降低, 灯的可见光部分的光谱 (1) 减弱;
 (2) 增强。
11. 白炽灯的供电电压降低时, 灯丝温度降低, 灯的光视效能 (1) 降低; (2) 提高。
 白炽灯的供电电压降低时, 灯丝温度降低, 此时用光照度计检测出的光照度将 (1) 下降;
 (2) 增大。
12. 有否玻璃半导体 (1) 有; (2) 没有。
 有否稀土半导体 (1) 有; (2) 没有。
13. 半导体的电阻温度系数一般是 (1) 正的; (2) 负的。
 金属的电阻温度系数一般是 (1) 正的; (2) 负的。
14. 原子中同属于一个量子态的电子有 (1) 一个; (2) 二个。
 原子中的电子有否完全确定的轨道 (1) 有; (2) 没有。
15. 在 $T=0K$ 时, 半导体的能带与绝缘体 (1) 相似; (2) 不相似。
 导带中的电子是否自由电子 (1) 是; (2) 不是。
16. 价带中的电子是否自由电子 (1) 是; (2) 不是。
 价带中的空穴是否自由空穴 (1) 是; (2) 不是。
17. 主要由电子导电的半导体是 (1) 本征半导体; (2) N 型半导体; (3) P 型半导体。
 主要由空穴导电的半导体是 (1) 本征半导体; (2) N 型半导体; (3) P 型半导体。
18. 费米能级 E_F 一般在 (1) 导带中; (2) 价带中; (3) 禁带中。
 杂质的能级一般在 (1) 导带中; (2) 价带中; (3) 禁带中。
19. 热平衡时, 本征半导体比掺杂半导体的两种载流子浓度的乘积 (1) 大; (2) 小;
 (3) 一样。
 热平衡时, 电子占据某一能量 E 的几率是 (1) 一定的; (2) 不一定的。
20. 掺杂半导体比本征半导体的导电性能 (1) 强; (2) 弱; (3) 一样。
 杂质的电离能比禁带宽度 E_g (1) 大; (2) 小; (3) 一样。
21. 当温度升高时, N 型半导体中的 (1) $n \approx p$; (2) $n \ll p$; (3) $p \ll n$ 。
 当温度升高时, P 型半导体中的 (1) $n \approx p$; (2) $n \ll p$; (3) $p \ll n$ 。
22. 非平衡载流子寿命越长, 复合率 (1) 越大; (2) 越小; (3) 不变。



非平衡载流子增加,复合率(1)增大;(2)减小;(3)不变。

23. 半导体中复合中心越多,非平衡载流子寿命越(1)长;(2)短。

半导体中陷阱中心越多,非平衡载流子寿命越(1)长;(2)短。

24. 漂移电流的贡献,主要是(1)多数载流子;(2)少数载流子。

扩散电流的贡献,主要是(1)多数载流子;(2)少数载流子。

25. 电子迁移率比空穴迁移率(1)大;(2)小;(3)一样。

同一种载流子的扩散系数与迁移率间的关系呈(1)正比;(2)反比。

26. 杂质吸收的长波限比本征吸收的长波限(1)长;(2)短;(3)一样。

激子吸收能否产生电流(1)能;(2)不能。

27. 在非平衡状态下的PN结中, $n_p = n_i^2 e^{qV/KT}$,形成结的正向电流,需(1) $v=0$;(2) $v>0$;
(3) $v<0$ 。

在非平衡状态下的PN结中, $n_p = n_i^2 e^{qV/KT}$,形成结的反向电流,需(1) $v=0$;(2) $v>0$;
(3) $v<0$ 。

28. PN结的电流随外加电压变化的关系为(1)正比;(2)反比;(3)指数关系。

肖特基势垒的电流随外加电压变化的关系为(1)正比;(2)反比;(3)指数关系。

29. 注入接触的电流随外加电压变化的关系为(1)正比;(2)反比;(3)指数关系。

欧姆接触的电流随外加电压变化的关系为(1)正比;(2)反比;(3)指数关系。

30. 杂质光电导比本征光电导(1)强;(2)弱;(3)一样。

杂质光电导的长波限比本征光电导(1)长;(2)短;(3)一样。

31. 光电导的弛豫时间愈短,则定态灵敏度愈(1)高;(2)低;(3)一样。

光电导体的灵敏度与外加电压的关系为(1)正比;(2)反比;(3)指数关系。

32. 光电导体的灵敏度与非平衡载流子寿命的关系为(1)正比;(2)反比;(3)指数关系。

光电导体的灵敏度与载流子在光电导体两极间的渡越时间的关系为(1)正比;(2)反比;(3)指数关系。

33. 线性光电导的弛豫时间与光强的关系为(1)线性;(2)非线性;(3)无关。

抛物线性光电导的弛豫时间与光强的关系为(1)线性;(2)非线性;(3)无关。

34. 光电导的弛豫时间与非平衡载流子寿命的关系为(1)正比;(2)反比;(3)指数关系。

光电导的大小与光信号的频率(1)有关;(2)无关。

35. 有内建电场产生的光生伏特效应的半导体是(1)均匀半导体;(2)不均匀半导体。

产生丹倍效应的光生伏特效应的半导体是(1)均匀半导体;(2)不均匀半导体。

36. 发射出光电子的最大动能与光强(1)有关;(2)无关。

发射出光电子的最大动能与频率(1)有关;(2)无关。

37. 发射出光电子的最大动能与光电阴极的逸出功(1)有关;(2)无关。

发射出的光电子数与光电阴极上的入射光强(1)有关;(2)无关。

38. 发射出的光电子数与入射光的频率(1)有关;(2)无关。

电子从光电阴极逸入逸出深度与受激深度之比越大,则光电阴极的效率就越(1)低;
(2)高。



39. 光电阴极的逸出功越小, 电子发射的几率越 (1) 小; (2) 大。
一般认为光电发射有否惯性 (1) 有; (2) 无。
40. 光子牵引电压与入射光功率 (1) 成正比; (2) 成反比。
当入射光方向相反时, 光子牵引电压正负号 (1) 反向; (2) 不反向。
41. 属于光生伏特效应的光电效应有 (1) 丹倍效应; (2) 光磁电效应; (3) 势垒效应;
(4) 光子牵引效应; (5) 光电导效应; (6) 光电发射效应。
42. 属于非势垒型的光生伏特效应有 (1) 丹倍效应; (2) 光磁电效应; (3) 势垒效应;
(4) 光子牵引效应; (5) 光电导效应; (6) 光电发射效应。
43. 内光电效应有 (1) 丹倍效应; (2) 光磁电效应; (3) 势垒效应; (4) 光子牵引效
应; (5) 光电导效应; (6) 光电发射效应。
44. 外光电效应有 (1) 丹倍效应; (2) 光磁电效应; (3) 势垒效应; (4) 光子牵引效
应; (5) 光电导效应; (6) 光电发射效应。
45. 由势垒效应产生的光生伏特效应有 (1) 肖特基势垒; (2) 异质 PN 结; (3) 同质
PN 结; (4) 注入接触; (5) 欧姆接触。
46. 光子牵引效应作成的探测器件主要用于 (1) 弱光探测; (2) 强光探测。
光子牵引效应作成的探测器件的灵敏度与空穴的迁移率 (1) 成正比; (2) 成反比。

2.2 问答题

1. 什么是光? 它有几个波长区域?
2. 光量子能量是多少? 光电效应证实了什么?
3. 什么是热辐射? 物体是否辐射光? 什么情况下才辐射可见光?
4. 辐射度量与光度量的根本区别是什么?
5. 什么是辐射通量与光通量? 其单位有何异同? 它们之间如何转换?
6. 什么是辐照度与辐射出射度? 它们有何异同?
7. 什么是光照度与光亮度? 为什么说它们是两个完全不同的物理量?
8. 试写出 Φ_e , M_e , I_e , L_e 等辐射度量参数之间的关系, 说明它们与辐射源的关系?
9. 何谓余弦辐射体? 余弦辐射体的主要特性有哪些?
10. 试举例说明辐射出射度 M_e 与辐射照度 E_e 是两个意义不同的物理量?
11. 试说明 K_m , K_λ , K_w 的意义及区别?
12. 什么是人眼光谱光视效能? 知道这一参数有何益处?
13. 什么是辐射体光视效能? 知道这一参数有何益处?
14. 辐射度量与光度量有何关系? 如何转换?
15. 辐射度量与光度量的根本区别是什么? 为什么量子流速率的计算公式中不能出现光
度量?
16. 什么环境下常见照度值最高和最低?
17. 什么是半导体? 它有什么特别之处?
18. 什么是共有化电子? 它是否自由电子? 为什么?
19. 什么是能级? 什么是能带? 试绘出绝缘体、导体、半导体的能带结构?
20. 什么是本征、P 型与 N 型半导体? 试绘出它们的能带结构?



21. 什么是热平衡？此时电子占据某一能量 E 的几率是否一定？
22. 什么是费米能级？有何意义？试绘出本征、P 型与 N 型半导体中的费米能级？
23. 为什么对于一种确定的半导体，不管它是本征还是掺有杂质，不管它掺杂程度如何，为什么热平衡时两种载流子浓度的乘积等于一个常数？
24. 什么是禁带宽度？其大小对于半导体有何影响？
25. P 型与 N 型半导体在温度升高时会发生什么变化？为什么？
26. 什么是非平衡载流子？非平衡载流子复合有几种？利用复合可作成什么样的光电器件？
27. 什么是非平衡载流子寿命？有何物理意义？它对元器件的性能有何影响？
28. 为什么要在半导体内掺杂？半导体内的杂质或缺陷有什么作用？
29. 复合中心与陷阱中心有何区别？它们对半导体的性能有何影响？
30. 载流子的运动有几种？它们是在什么情况下发生的？各有何特点？
31. 什么是迁移率？电子的迁移率与空穴的迁移率谁大？为什么？
32. 同一种载流子的扩散系数与迁移率之间存在什么关系？其比例系数是什么？室温时比例系数等于多少？
33. 半导体对光的吸收有哪几种？它们能改变半导体的哪些性能？哪些吸收能产生电流？
34. PN 结在非平衡态下的两种载流子浓度的乘积为多少？当外加电压等于、大于或小于零时，将出现什么情况？
35. 半导体和金属的接触将出现何种情况？我们如何利用这些接触？
36. 什么是功函数及电子亲和能？我们如何利用它作光电器件？
37. 什么是光电导效应？它与光强有何关系？与光源频率有无关系？为什么？
38. 光电导的弛豫时间与非平衡载流子的寿命有无关系？有何区别？
39. 光电导的弛豫时间与光强有否关系？为什么？
40. 为什么本征光电导器件在越微弱的辐射作用下，时间响应越长，灵敏度越高？
41. 什么是光生伏特效应？有哪几类？哪种光电器件属于此效应？
42. 什么是光电发射效应？这种效应器件有何主要特点？哪种光电器件属于此效应？
43. 发射出光电子的最大动能与光强有否关系？为什么？
44. 为什么光电发射器件称为无惯性器件？电子从光电阴极发射出去后是否损坏？为什么？
45. 光电发射的基本定律是什么？它与光电导和光伏特效应相比，本质的区别是什么？
46. 试说明光电导器件、PN 结光电器件和光电发射器件的禁带宽度和截止波长间的关系？
47. 什么是光磁电效应？有何特点？
48. 什么是光子牵引效应？有何特点？
49. 光生伏特效应的特点是什么？为什么说 CO_2 激光器锗窗的两端产生伏特电压（即迎光面带正电，出光面带负电）的现象是光子牵引效应而不是光生伏特效应？



2.3 计算题

1. 0.51m 的光均匀照射到面积为 4cm^2 的光敏面上, 问光敏面上的照度为多少 lx ?
2. 一支波长为 632.8nm 的 He-Ne 激光器 (该波长视见函数为 $V(\lambda)=0.265$) 发射出通量为 $\Phi_e(\lambda)=5\text{mW}$, 若投射到屏幕上的光斑直径为 0.1m , 求光照度是多少 lx ?
3. N 型硅的杂质电离能 $\Delta E_D=0.045\text{eV}$ (掺磷), 求:
 - (1) 它吸收的长波限?
 - (2) 若半导体的长波限为 $14\mu\text{m}$, 求杂质的电离能?
4. 已知某 He-Ne 激光器的输出功率为 4mW (该激光器波长视见函数 $V(\lambda)=0.24$), 试计算其发出的光通量?
5. 对于色温为 2856K 的标准钨丝灯, 其光视效能为 17.11lm/W , 当标准钨丝灯发出的辐射通量 $\Phi_e=80\text{W}$ 时, 求其光通量 Φ_v 为多少?
6. 一支 He-Ne 激光器 (波长为 632.8nm) 发出激光功率为 2mW . 该激光束的平面发散角为 1mrad , 激光器的放电毛细管直径为 1mm . 求出:
 - (1) 该激光束的光通量、发光强度、光出射度为多少?
 - (2) 若激光束投射在 10m 远的白色漫反射屏上, 该漫反射的反射比为 0.85 , 求该屏上的光亮度是多少?
7. 一只白炽灯, 假设各向发光均匀, 悬挂在离地面 1.5m 的高处, 用照度计测定正下方地面上的照度为 30lx , 试求出该白炽灯的光通量?
8. 一台氦氖激光器发出波长为 $0.6328\mu\text{m}$ 的激光束, 其功率为 3mW , 光束平面发散角为 0.02mrad , 放电毛细管直径为 1mm . 试求:
 - (1) 当 $V_{0.6328}=0.235$ 时此光束的辐射通量 $\Phi_{e\lambda}$ 、光通量 $\Phi_{v\lambda}$ 、发光强度 $I_{v\lambda}$ 、光出射度 $M_{v\lambda}$ 以及光束亮度等各为多少?
 - (2) 若将其投射到 8m 远处的屏幕上, 屏幕的光照度为多少?
 - (3) 若人眼只能观察 10^4cd/m^2 的亮度, 则观看此激光束需要戴透过率为多少的保护镜?
9. 一束波长为 $0.5145\mu\text{m}$ 、输出功率为 3W 的氩离子激光器均匀地投射到 0.2cm^2 的白色屏幕上. 问:
 - (1) 屏幕上的光照度为多少?
 - (2) 若屏幕的反射系数为 0.8 , 其光出射度为多少?
 - (3) 屏幕每分钟接收多少个光子?
10. 有一束功率为 30mW 、波长为 $0.6328\mu\text{m}$ 激光束, 试求其量子流速率 N 为多少?
11. 在卫星上测得大气层外太阳光谱的最高峰在 $0.465\mu\text{m}$ 处, 若把太阳作为黑体, 试计算太阳表面的温度及其峰值光谱辐射出射度 $M_{\text{es}\lambda\text{m}}$?
12. 试计算人体正常体温下的峰值波长 λ_m 为多少? 当发烧到 38.5°C 时, 其峰值波长又为多少? 峰值光谱辐射出射度 $M_{\text{es}\lambda\text{m}}$ 为多少?
13. 某半导体光电器件的长波限为 $13\mu\text{m}$, 试求其杂质电离能 ΔE_i ?
14. 某厂生产的光电器件在标准钨丝灯光源标定的光照灵敏度为 $200\mu\text{A/lm}$, 试求其辐射灵敏度?
15. 试计算 100W 标准钨丝灯在 0.2sr 范围内所发出的光通量?
16. 用目视观察发光波长分别为 $0.43\mu\text{m}$ 和 $0.55\mu\text{m}$ 的两个发光体, 它们的亮度均为